

AN: PAT 2003-334593

TI: Cylinder-selective lambda regulation method for multi-cylinder IC engine using comparison of actual and required lambda values for adjusting fuel injection timing

PN: DE10206402-C1

PD: 24.04.2003

AB: NOVELTY - The lambda regulation method uses the difference between the actual and required lambda values for each engine cylinder for determining the fuel injection timing correction for the corresponding cylinder, the required lambda value altered to 2 different amplitudes (38,40) during different time intervals, the actual lambda value determined from the actual lambda values (42) over both time intervals.; USE - The cylinder-selective lambda regulation method is used for a multi-cylinder IC engine in an automobile. ADVANTAGE - Allows lambda regulation for individual cylinders over wide operating range. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a graphic representation of actual and required lambda value characteristics. Different amplitudes for required lambda value 38,40 Actual lambda values 42

PA: (SIEI) SIEMENS AG;

IN: ELLMER D;

FA: DE10206402-C1 24.04.2003;

CO: DE;

IC: F02D-041/14;

MC: X22-A03A2A;

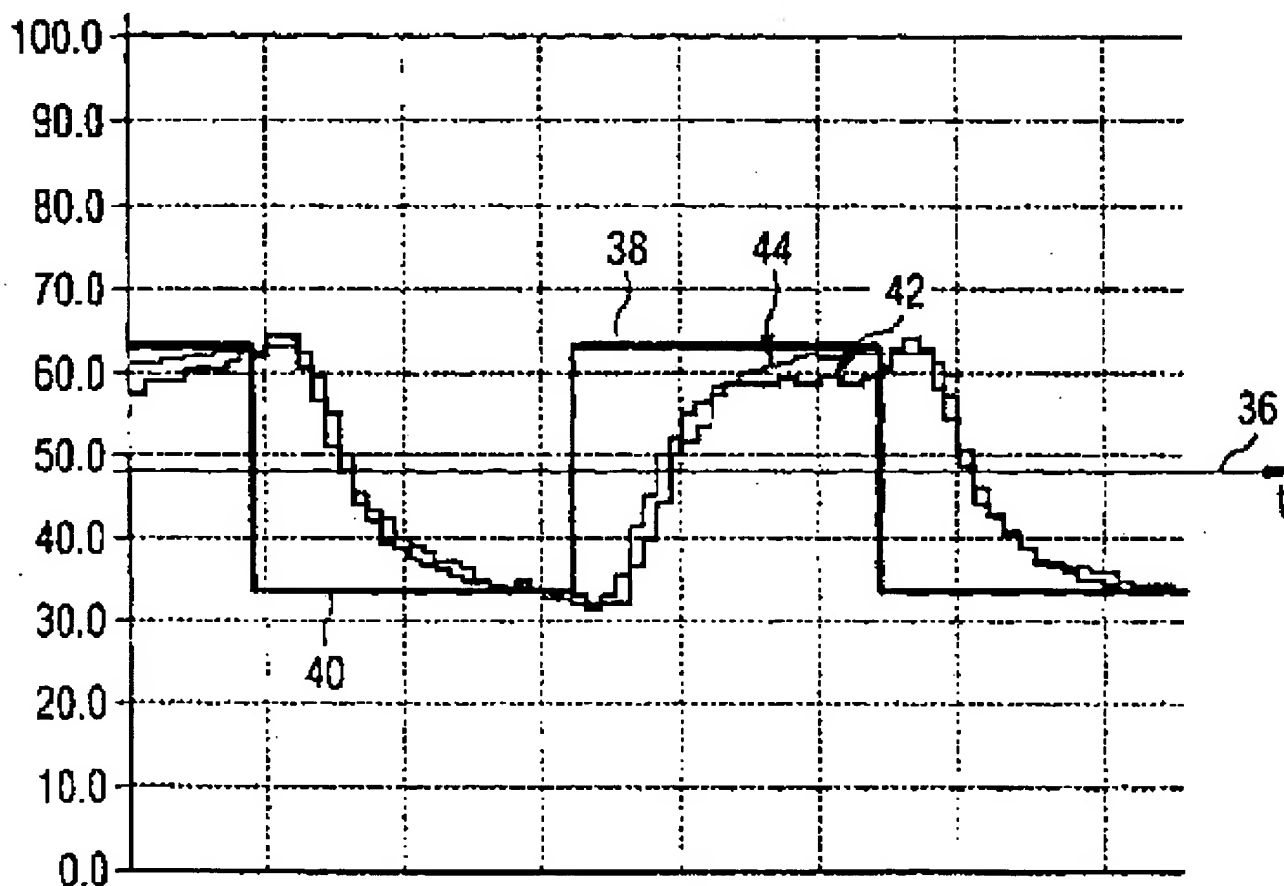
DC: Q52; X22;

FN: 2003334593.gif

PR: DE1006402 15.02.2002;

FP: 24.04.2003

UP: 20.05.2003



THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 102 06 402 C 1

⑤① Int. Cl. 7:
F 02 D 41/14

②① Aktenzeichen: 102 06 402.4-26
②② Anmeldetag: 15. 2. 2002
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 4. 2003

DE 102 06 402 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

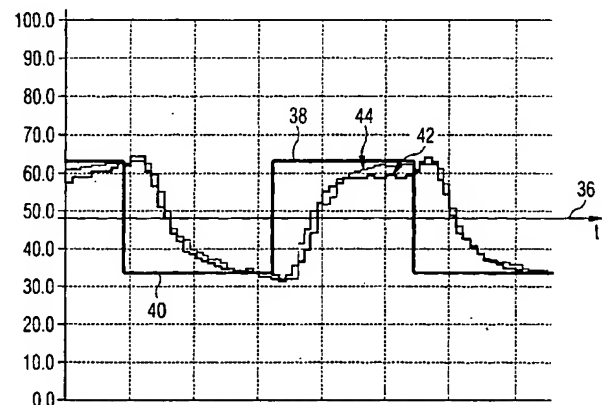
⑦② Erfinder:
Ellmer, Dietmar, 93057 Regensburg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 198 44 994 C2
DE 195 16 239 C2
DE 43 44 892 C2

⑤④ Verfahren zur zylinderselektiven Lambdaregelung

⑤⑦ Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft eine zylinderindividuelle Lambdaregelung. Die Lambdaamplituden eines einzelnen Zylinders werden gegenüber den Lambdawerten für die übrigen Zylinder angeregt. Aus dem Verlauf der Istwerte werden unter Berücksichtigung der Anregungsamplituden die Lambda-Istwerte für die Zylinder bestimmt.



DE 102 06 402 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zylinderselektiven Lambda-Regelung bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern.

[0002] Zur Einhaltung von zukünftigen Emissionsgrenzwerten und steigenden Anforderungen an die Gewährleistung liegt eine wichtige Möglichkeit zur Optimierung in der Zylindergleichstellung, bei der nicht nur das Gesamtlambda sämtlicher Zylinder dem durch eine Regelung vorgegebenen Verlauf entspricht, sondern auch das Lambda jedes einzelnen Zylinders bei der Motorsteuerung berücksichtigt und bevorzugt gleichgesetzt wird. Etwaige Ungleichheiten in den Lambdawerten einzelner Zylinder können von der Motorsteuerung gezielt bei der Steuerung der Zylinder eingesetzt werden.

[0003] In einem Artikel von Cornelius et al., Department of Engineering, University of Cambridge, Cambridge, UK "The Role of Oxygen Storage in NO Conversion in Automotive Catalysts", der als Pre-Print zu den Akten gereicht wurde, wird beschrieben, daß durch eine Zwangsanregung eine bessere Abgaskonvertierung erzielt wird. Bei der Zwangsanregung wird einem Lambda-Sollwerte eine Fett-/Mageramplitude überlagert. Die bekannte Zwangsanregung ist symmetrisch zu einem Sollwert.

[0004] Aus DE 43 44 892 C2 ist eine Steuerung des Luft/Kraftstoff-Gemisches bekannt, die unabhängig vom Betriebszustand zwangsweise zwischen angereicherten und mageren Zuständen oszilliert, um die Reinigungseffizienz des Katalysators zu erhöhen.

[0005] Aus DE 198 44 994 C2 ist ein Verfahren zur Diagnose einer stetigen Lambdasonde bekannt. Bei dem Verfahren werden dem Sollwert für die Lambda-Regelung periodische Zwangsanregungen aufgeprägt und das Streckenverhalten des Lambda-Regelungskreises erfaßt. Der Lambda-Regelungskreis ist in einem Modell nachgebildet, wobei die Amplitudenverstärkungen von Modell und System miteinander verglichen werden und abhängig vom Ergebnis des Vergleichs die Modellparameter adaptiert werden. Die Lambdasonde in dem Lambda-Regelungskreis ist defekt, wenn der Adaptionswert zu groß ist und einen dreh- und lastabhängigen Schwellwert überschreitet.

[0006] Aus DE 195 16 239 C2 ist ein Verfahren zur Parametrisierung eines linearen Lambda-Reglers für eine Brennkraftmaschine bekannt. Bei dem bekannten Verfahren wird die Regelstrecke durch ein Totzeitglied und zwei Verzögerungsglieder erster Ordnung nachgebildet. Das Streckenmodell bildet die Reglerstruktur abhängig von der Totzeit des Lambda-Regelkreises, den Zeitkonstanten der Verzögerungsglieder und der Drehzahl ab.

[0007] Bei einem bekannten Verfahren zur zylinderselektiven Lambda-Regelung wird eine Lambdasonde eingesetzt. Damit die Sonde zylinderselektiv einzelne Abgaspakete erfassen kann, wird über einen Mikrokontroller ein abgetastetes Lambdasignal einem Zylinder zugeordnet. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass die Lambdasonde sehr genau positioniert sein muss. Hinzukommt, dass durch die vorgegebene Position für die Lambdasonde die Gestaltungsmöglichkeiten für den Abgaskrümmen eingeschränkt sind. Ferner hat sich herausgestellt, dass die Zuordnung des abgetasteten Lambdasignals zu dem Zylinder nur in einem eingeschränkten Betriebsbereich möglich ist.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zylinderselektive Lambda-Regelung bereitzustellen, die zuverlässig bei einem weiten Betriebsbereich eine zylinderindividuelle Regelung vornimmt.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vortei-

hafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Differenz aus einem Lambda-Sollwert und einem Lambda-Istwert für einen der Zylinder gebildet. Der Differenzwert dient zur Bestimmung einer Einspritzkorrektur für den Zylinder. Der Lambda-Sollwert für den Zylinder wird in einem ersten Zeitabschnitt oder Anzahl von Abgaspaketen um eine erste Anregungsamplitude und in einem zweiten Zeitabschnitt um eine zweite Anregungsamplitude geändert. Der Lambda-Istwert für den Zylinder wird abhängig von der ersten und zweiten Anregungsamplitude aus den Lambda-Istwerten, die den ersten und zweiten Zeitabschnitten entsprechen, bestimmt. Hierzu wird aus den gemessenen Lambda-Istwerten der Lambda-Istwert mit fehlender Anregungsamplitude bestimmt. Während bei der bekannten zylinderselektiven Lambda-Regelung eine Zuordnung einzelner Abgaspakete zu den Lambdasignalen erfolgen muß, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Lambda-Istwerte gemessen, die den ersten und zweiten Zeitabschnitten entsprechen. Die Lambda-Istwerte sind einfach zu identifizieren, da in den Zeitabschnitten jeweils veränderte Lambdawerte vorliegen. Somit ist die Zuordnung der Lambda-Istwerte zu den ersten und den zweiten Zeitabschnitten zuverlässig möglich. Indem Lambda-Istwerte für zwei geänderte Lambda-Sollwerte vorliegen, kann zuverlässig auf den Lambda-Istwert eines einzelnen Zylinders bei fehlender Anregungsamplitude zurückgeschlossen werden. Der zylinderspezifische Lambda-Istwert kann von einer Motorsteuerung zur zylinder-spezifischen Lambda-Regelung eingesetzt werden.

[0011] Bevorzugt wird der Lambda-Sollwert mit einer der Anregungsamplituden erhöht und mit der anderen Anregungsamplitude vermindert, wodurch erster und zweiter Zeitabschnitt deutlich zu unterscheiden sind (Anspruch 2). Die Anregungsamplituden sind bevorzugt gleich groß und der Lambda-Istwert für den Zylinder wird als Differenz der Amplituden der Lambda-Istwerte, die dem ersten und zweiten Zeitabschnitt entsprechen, bestimmt (Anspruch 3). Hierbei wird beispielsweise die Differenz der Amplituden gebildet, um festzustellen, ob der Mittelwert für den Lambdawert dem Lambda-Sollwert entspricht. Um auch bei ungünstigen Betriebspunkten eine zuverlässige Zuordnung vornehmen zu können, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, für jeden Zylinder andere Werte für das Paar von erster und zweiter Anregungsamplitude vorzusehen (Anspruch 4). Hierdurch kann auch bei einer starken Abgasmenge erreicht werden, daß die erfaßten Istwerte zuverlässig zugeordnet werden können.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zu einem globalen Lambda-Sollwert, der für alle Zylinder vorgesehen ist, die Anregungsamplitude zu einem der Zylinder addiert (Anspruch 5). Aus der Anregungszeit wird eine erste Einspritzkorrektur für den Zylinder berechnet. Der addierte Lambda-Istwert wird verzögert und/oder gefiltert und als Lambda-Sollwert für den Zylinder mit dem Lambda-Istwert für den Zylinder subtrahiert. Die Differenz wird als Regelabweichung an einen Lambda-Regler angelegt, der eine zweite Einspritzzeitkorrektur für den Zylinder bestimmt. Bei dem Verfahren wird die zylinderindividuelle Zwangsanregung einerseits in eine entsprechende erste Einspritzzeitkorrektur umgerechnet. Gleichzeitig wird der zylinderindividuelle Zwangsangewert bei der Lambda-Regelung des Zylinders berücksichtigt, wobei hier das Laufzeitverhalten der Regelungsstrecke durch eine Kompensation der Totzeit und der Sondenansprechzeit verzögert wird.

[0013] In einer möglichen Ausgestaltung können als die Lambda-Istwerte, die den ersten und den zweiten Zeitab-

schnitten entsprechen, die maximale Amplitude vorgesehen sein (Anspruch 6). Alternativ ist es auch möglich, die Lambda-Istwerte, die dem ersten und dem zweiten Zeitabschnitt entsprechen in den Zeitabschnitten ganz oder teilweise aufzuintegrieren (Ansprüche 7 und 8).

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Zwangsanregung periodisch, so daß erster und zweiter Zeitabschnitt sich periodisch abwechseln (Anspruch 9). Hierdurch wird die Zuordnung vereinfacht.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigt:

[0016] Fig. 1 eine schematische Ansicht für eine Lambda-Regelung mit zylinderindividueller Zwangsanregung und

[0017] Fig. 2 den beispielhaften Verlauf für eine symmetrische Zwangsanregung.

[0018] Fig. 1 zeigt eine Lambda-Regelung mit zylinderindividueller Zwangsanregung. Der Wert für die zylinderindividuelle Zwangsanregung DELTA_LAMB_SP liegt an 10 an. Zu dem Zwangsanregungswert 10 wird der globale Lambda-Sollwert hinzuaddiert. In einem Block 14 wird der Zwangsanregungswert in eine zylinderindividuelle erste Einspritzkorrektur 16 umgerechnet. Die Summe aus globalem Lambda-Sollwert und Zwangsanregungswert wird in dem Block 18 gefiltert und verzögert. Der so bestimmte Lambda-Sollwert für den Zylinder wird in Schritt 22 von dem zylinderindividuellen Lambda-Istwert subtrahiert. Die Regelabweichung 24 liegt an dem Lambda-Regler 26 an, der eine zylinderindividuelle Einspritzzeitkorrektur 28 bestimmt. Die so bestimmte Einspritzzeitkorrektur ergibt zusammen mit der aus der Zwangsanregung bestimmten Einspritzzeitkorrektur eine zylinderindividuelle Gesamteinspritzzeitkorrektur 30. Diese mit der Basiseinspritzzeit 32 multipliziert ergibt die zylinderindividuelle Gesamteinspritzzeit. Der zeitliche Verlauf der Lambdawerte wird an den in Fig. 2 dargestellten Kurven deutlich. Kurve 36 zeigt den globalen Lambda-Sollwert. Zu dem Sollwert werden die Anregungsamplituden 38 und 40 addiert. Die durchgezogene Rechteckkurve gibt den globalen Lambda-Sollwert mit einer zylinderindividuellen Zwangsanregung wieder. Die Zwangsanregungsamplitude wird als eine zylinderindividuelle Einspritzkorrektur über den Verfahrensschritt 14 weitergeleitet. Aufgrund der Ausgestaltung der Regelstrecke zeigen die zugehörigen Istwerte ein typisches TP1-Verhalten. Die Kurve für den Lambda-Istwert ist mit 42 gekennzeichnet. Die physikalischen Eigenschaften der Regelstrecke werden durch die Totzeitkompensation und die Kompensation der Sondenansprechzeit 18 korrigiert. Der gefilterte und verzögerte Lambda-Sollwert ist als Kurve 44 eingezeichnet.

[0019] Bei einer Mager/Fett-Anregung mit ungefähr gleich großer Amplitude ist auch der Istwert-Verlauf für den Zylinder symmetrisch. Weicht der Mittelwert der Istwert-Kurve 42 von dem Lambda-Sollwert 36 ab, kann der entsprechende Lambdawert korrigiert werden. Somit kann trotz der Vermischungsvorgänge einzelner Abgaspakete ein im Hinblick auf einen Zylinder deutlich abgesetztes Lambda-Messsignal, als Lambda-Istwert, gewonnen werden. Die in Fig. 2 dargestellte symmetrische Zwangsanregung und der Vergleich mit dem Ist-Signal erkennt Unsymmetrien im Ist-Signal, die einen Rückschluss auf den Lambda-Istwert des Zylinders zulassen.

mit den folgenden Verfahrensschritten:

- eine Differenz aus einem Lambda-Sollwert und einem Lambda-Istwert für einen der Zylinder dient zur Bestimmung einer Einspritzkorrekturzeit für den Zylinder,
 - der Lambda-Sollwert für den Zylinder wird in ersten Zeitabschnitten um eine erste Anregungsamplitude (38) und in zweiten Zeitabschnitten um eine zweite Anregungsamplitude (40) geändert,
 - der Lambda-Istwert für den Zylinder wird abhängig von der ersten und der zweiten Anregungsamplitude aus den Lambda-Istwerten (42), die den ersten und zweiten Zeitabschnitten entsprechen, als der Lambda-Istwert mit fehlender Anregungsamplitude bestimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit einer der Anregungsamplituden der Lambda-Sollwert erhöht und mit der anderen Anregungsamplitude vermindert wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anregungsperioden gleich groß sind und der Lambda-Istwert für den Zylinder als Differenz der Amplituden der Lambda-Istwerte, die dem ersten und dem zweiten Zeitabschnitt entsprechen, bestimmt wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden der Zylinder andere Werte für das Paar von erster und zweiter Anregungsamplitude vorgesehen sind.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zu einem Lambda-Sollwert (12), der für alle Zylinder vorgesehen ist, die Anregungsamplitude (10) für einen der Zylinder addiert wird, aus der Anregungsamplitude eine erste Einspritzzeitkorrektur (16) für den Zylinder berechnet wird, der addierte Lambdawert verzögert und/oder gefiltert (18) wird und als Lambda-Sollwert (20) für den Zylinder von dem Lambda-Istwert für den Zylinder subtrahiert wird und die Differenz als Regelabweichung (24) an einen Lambda-Regler (26) anliegt, der eine zweite Einspritzzeitkorrektur (28) für den Zylinder bestimmt.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als die Lambda-Istwerte in den ersten und zweiten Zeitabschnitten die größten auftretenden Amplitudenwerte vorgesehen sind.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als die Lambda-Istwerte in den ersten und zweiten Zeitabschnitten die in den Zeitabschnitten aufintegrierten Werte vorgesehen sind.
 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lambda-Istwerte nur in einem oder mehreren Teilabschnitten aufintegriert werden.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Zeitabschnitte sich periodisch wiederholen.

FIG 1

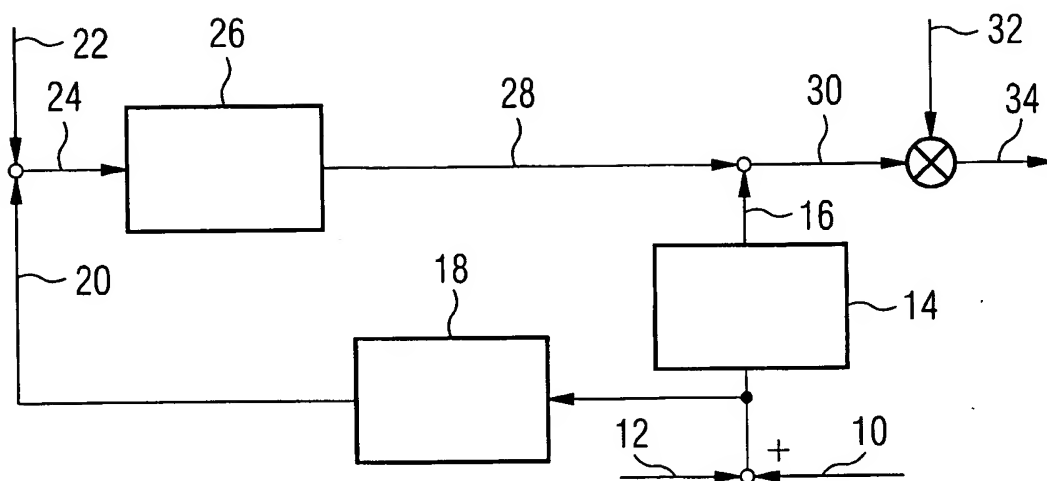


FIG 2

